Aus dem physikalischen Institut der Universität Breslau.

Erdmagnetische Untersuchungen im neuen physikalischen Institut der Universität zu Breslau.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen

philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

am

Montag, den 18. April 1904, vormittags 11½ Uhr

in der Aula Leopoldina der Universität

öffentlich verteidigen wird

Kurt Burath.

AGAD
BIBLIOTEKA
BIBL.

Opponenten:

Herr Dr. phil. **Felix Oertel,**
Herr Dr. phil. **Otto Ollendorff.**

Breslau, 1904.

Druck von Graß, Barth u. Comp. (W. Friedrich).

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548202_0011

Meinem lieben Vater

und dem Andenken

meiner teuren Mutter.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn

Geheimen Regierungsrat

Prof. Dr. O. E. Meyer,

für die Anregung zu dieser Arbeit und das mir stets bewiesene Wohlwollen meinen gehorsamsten Dank auszusprechen.

Auch dem Assistenten am physikalischen Institut Herrn

Dr. phil. H. Kochan

fühle ich mich für viele wertvolle Ratschläge während der Anfertigung dieser Arbeit zu großem Danke verpflichtet.

Einleitung.

Bis zum Sommersemester des Jahres 1900 befand sich das physikalische Institut der Universität zu Breslau in dem Grundstück Schuhbrücke 38/39, das es mit dem mineralogisch-geologischen und dem pharmaceutischen Institut teilen mußte. Beschränkte Raumverhältnisse, die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Straßenbahn, der bei der unmittelbaren Nähe genaue erdmagnetische Untersuchungen äußerst störte, und noch viele andere Unannehmlichkeiten, wie z. B. der rege Wagenverkehr, der fortwährend störende Erschütterungen im ganzen Hause verursachte, hatten eine Verlegung des Institutes an einen anderen Ort mit günstigeren Bedingungen verlangt. Im Sommer 1900 konnte das Institut in das neue Gebäude auf der Dominsel einziehen, das speziell für physikalische Zwecke eingerichtet worden war.

Im Frühjahr des Jahres 1902 erging nun an mich von Herrn Geheimrat Prof. Dr. O. E. Meyer die Anregung, die erdmagnetischen Konstanten im neuen Institutsgebäude festzustellen. Verschiedene auffällige Erscheinungen ließen von vornherein darauf schließen, daß sich an vielen Stellen ganz erhebliche Störungen und Abweichungen von den aus den Lamontschen Karten zu entnehmenden Werten zeigen würden.

Litteratur.

Die Litteratur über das Gebiet des Erdmagnetismus ist eine sehr umfangreiche, da die Erscheinungen des Erdmagnetismus, die noch heute durchaus nicht vollständig geklärt sind, stets zu neuen Arbeiten und Untersuchungen angeregt haben. Eine sehr eingehende Litteraturübersicht findet sich in der Zeisbergschen Inaugural-Dissertation: „Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebiet (1899)", sodaß es sich erübrigt, eine übersichtliche Zusammenstellung hier zu geben, jedoch soll in allen besonderen Fällen auf die Quellen in der Literatur hingewiesen werden. Zwei Arbeiten mögen aber schon jetzt genannt werden, an die sich diese eng anschließt; die eine ist „Pringsheims absolute Deklinations- und Intensitätsbestimmung im alten Institutsgebäude (1879/80)", die andere ist die schon genannte Zeisbergsche Arbeit über Intensitäts-Schwankungen im Zobtengebiet.

Die gestellte Aufgabe zerfällt im wesentlichen in zwei Teile, die absoluten und die relativen Messungen. Es dürfte daher besser sein, diese Einteilung bei der Wiedergabe zu wählen, statt die Beobachtungen in chronologischer Reihenfolge anzuführen. Der erste Teil wird demnach die absoluten Bestimmungen der Deklination und der Horizontalintensität des Erdmagnetismus bringen, während der zweite Teil die relativen Messungen der Intensitäts- und Inklinations-Schwankungen innerhalb des Institutes behandeln wird.

Zunächst mögen einige Angaben über die Lage und die innere Einrichtung des Institutes gemacht werden, soweit sie gerade für magnetische Messungen in Betracht kommt. Das auf der Dominsel fern vom Verkehr gelegene

Gebäude erstreckt sich in seiner Längsfront von Süden nach Norden, daran schließen sich im Süden und Norden nach Osten zu zwei Seitenflügel. An den südlichen von ihnen grenzt, durch einen kleinen Hof getrennt, ein Wohnhaus, während auf den drei anderen Seiten des Gebäudes die benachbarten Häuser weit zurücktreten, sodaß das Institut eine ziemlich freie Lage besitzt. Dagegen wird dasselbe im Westen, Norden und Osten, wenn auch erst in einer ziemlich großen Entfernung, von elektrischen Straßenbahnen eingeschlossen. Im Osten fährt die Bahn in einer Entfernung von 300 m vorbei, während sie im Westen und im Norden gar bis auf 200 m herankommt. Nun sind gerade über den störenden Einfluß elektrischer Bahnen in neuerer Zeit eine ganze Reihe von Beobachtungen angestellt worden, so z. B. in Hannover, Göttingen und anderen Orten; auch in dem alten Gebäude des hiesigen Institutes sind solche Messungen von Prof. O E. Meyer und Mützel gemacht worden. Ausführliche Berichte über die Erfolge finden sich in Heft 26 und 27 des Jahrganges 1895 der Elektrotechnischen Zeitschrift. Aus den Mitteilungen der einzelnen Beobachter geht hervor, daß die Meinungen über die Größe der Störungen bei den verschiedenen Entfernungen sehr auseinander gehen. Jedenfalls aber glaube ich, daß bei der hier in Frage kommenden Entfernung von 200 bis 300 m der störende Einfluß der elektrischen Bahnen geringer ist als die Störungen durch die im Hause vorhandenen Eisenmassen. Es ist einleuchtend, daß bei einem Gebäude, das nicht gerade nur als magnetisches Observatorium dienen soll, die Verwendung von Eisen unvermeidlich ist. Doch ist bei dem Bau des Institutes natürlich auf magnetische Beobachtungen Rücksicht genommen worden, indem ein im Kellergeschoß gelegenes Zimmer und der Turm aus vollständig eisenfreiem Material gebaut und eingerichtet worden sind; selbst die Fensterbeschläge, die Türschlösser und Schlüssel und der Gasofen, die Wasserleitungs- und Gasröhren sind aus eisenfreiem Material, meistens Messing, hergestellt.

Teil I.

I. Deklinations-Bestimmung.

Die Bestimmung der Deklination beabsichtigte ich genau so auszuführen, wie es Pringsheim im Jahre 1879 im alten Institutsgebäude getan hatte (s. die oben schon erwähnte Arbeit). Doch war das aus folgenden Gründen unmöglich. Die Deklinationsbestimmung verlangt die genaue Kenntnis des astronomischen Meridians. Dieser Umstand machte eine Beobachtung in dem eisenfreien Zimmer im Kellergeschoß unmöglich, da von diesem aus weder durch die Sonne noch durch terrestrische Objekte der Meridian gewonnen werden konnte. Es mußte daher der Turm des Institutes benützt werden. Die Beobachtungen auf diesem, die nach der Lage der Dinge die einwandfreiesten Resultate zu liefern versprachen, hatten aber, wenigstens für die Messung mit dem von Pringsheim benützten Apparat, unter einem unvermeidlichen Übelstandezu leiden. Das Dach des Turmes ist mit verschiedenen Holzgittern belegt, weil auf dem bloßen Blechbelag kaum ein zuverlässig fester Platz zur Aufstellung von Instrumenten vorhanden ist. Eins dieser Holzgitter ist zersägt worden, um einen 1 qm großen Platz zu gewinnen, der von den benachbarten Gittern isoliert und daher unabhängig von den Erschütterungen derselben wäre. Doch hat sich gezeigt, daß selbst dieser Platz auf dem Turm nicht absolut ruhig ist, da einmal jeder vorüberfahrende Lastwagen den Turm etwas erzittern läßt, dann aber auch, weil ja wohl jeder Turm bei einigermaßen kräftigem Winde etwas vibriert.

Zu der von Pringsheim eingeschlagenen Beobachtungsmethode mit einem Magneten, der zur genauen Einstellung eine Längsdurchsicht besitzt, gehört nun 1.) ein absolut ruhiger Aufstellungsort für das Instrument mit dem aufgehängten Magneten und 2.) in einer Entfernung von 1 bis 2 m

nach Norden oder Süden wiederum ein fester Aufstellungsort für das Fernrohr. Die Beseitigung der Torsion des Aufhängefadens verlangt aber ein häufiges Hinundhergehen zwischen Instrument und Fernrohr; die hierdurch erzeugten Erschütterungen ließen den schwingenden Magneten nicht zur Ruhe kommen. Dies wurde noch schlimmer, wenn etwas Wind herrschte, da das Instrument mit dem Tischchen der Luft eine ziemlich große Angriffsfläche bot. All diese Umstände verhinderten eine Beruhigung des schwingenden Magneten, und da nun aber zur Ablesung der Einstellung bei diesem Magneten zwar nicht absolute Ruhelage erforderlich ist, doch aber nur äußerst geringe Schwankungen zulässig sind, so mußte von einer Bestimmung der Deklination mit diesem Magneten Abstand genommen werden.

Ich erhielt daher zu den weiteren Beobachtungen einen Lamontschen Theodoliten, der aus der Firma Bamberg in Friedenau stammt.

Die Vorzüge dieses Instrumentes dem vorigen gegenüber sind die folgenden: Magnet und Fernrohr sind in einem Instrument vereinigt, und daher ist nur ein Gestell und ein fester Aufstellungsort erforderlich. Bei den geringen Dimensionen des Instrumentes findet der Wind bei weitem nicht so viel Angriffsfläche wie bei dem vorigen. Der Magnet, der nicht an einem Faden hängt, sondern auf einer feinen Spitze leicht drehbar aufliegt, beruhigt sich sehr schnell. Diesen Vorteilen steht nun der Nachteil gegenüber, daß das Instrument wegen der bei Spitzenaufhängung nie ganz zu beseitigenden Reibung dem anderen an Empfindlichkeit nachsteht.

Bei der Wahl des Aufstellungsortes mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß eine möglichst große Zahl von günstig gelegenen Türmen zu sehen war. Der beste Platz fand sich gerade auf der isolierten Stelle des Daches, so daß man von allen Seiten an das Instrument herantreten konnte, ohne es dadurch merklich zu erschüttern.

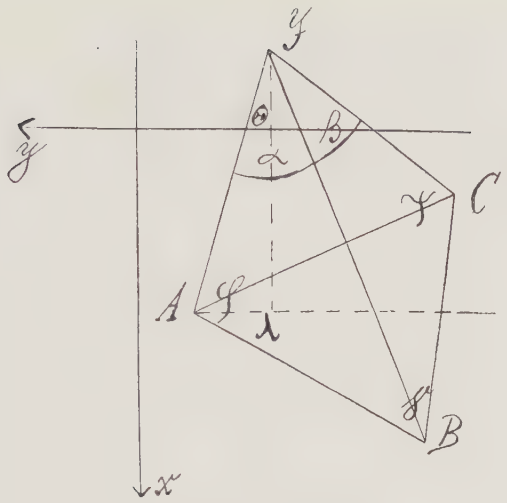
Die Auswahl der Türme war nicht sehr groß. Sämtliche Türme, die überhaupt zur Bestimmung des Meridians

benutzt werden konnten, lagen auf der Südseite. In den Galleschen „Mitteilungen von der kgl. Universitäts-Sternwarte zu Breslau“ aus dem Jahre 1879 findet sich eine Koordinatentafel, in der die Koordinaten vieler Türme und hervorragender Punkte in und um Breslau angegeben sind, und zwar in Bezug auf ein System, das seinen Anfangspunkt in dem Zentrum der Sternwarte hat; seine Abscissenachse fällt mit dem astronomischen Meridian dieses Punktes zusammen und wird nach Süden positiv gerechnet; seine Ordinatenachse verläuft senkrecht zu dieser Richtung nach Westen positiv. Die Sternwarte selbst ist nun leider nicht zu sehen, da sie durch die Kreuzkirche verdeckt wird. Infolgedessen mußte der Meridian aus den Beobachtungen von mindestens 3 anderen Türmen berechnet werden. In Betracht kamen, von Osten nach Westen gehend, folgende Türme:

1. u. 2.) Die beiden Domtürme,
3.) Der Mauritiuskirchturm,
4.) Der Bernhardinkirchturm,
5.) Der Adalbertkirchturm,
6. u. 7.) Die beiden Magdalenenkirchtürme,
8.) Der Kreuzkirchturm.

Von diesen Türmen liegen der Turm der Kreuzkirche und die beiden Domtürme dem Beobachtungsort so nahe, daß der kleinste Fehler in der Einstellung schon beträchtliche Fehler im Resultat verursacht, daher ist den Resultaten, bei deren Berechnung einer dieser Türme benützt worden ist, wenig Gewicht beizulegen. In der Tat variieren diese Werte der Deklination viel stärker als die anderen.

Der astronomische Meridian wurde aus den Turmbeobachtungen mit Hilfe der sogenannten Pothenotschen Aufgabe berechnet. Es bedeute J den Beobachtungsort, A, B und C drei Türme. Seiten und Winkel des Dreiecks A, B, C lassen sich aus den bekannten Koordinaten der drei Türme berechnen. Die Winkel α und β werden beobachtet. Führe ich noch die Bezeichnungen γ, φ und ψ ein, so ist:



$$A\,B = J\,B \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\varphi}$$

$$\text{und} \quad B\,C = J\,B \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\psi},$$

$$\text{folglich} \quad \frac{A\,B}{B\,C} = \frac{\sin\alpha\,\sin\psi}{\sin\beta\,\sin\varphi}.$$

$$\text{Nun ist:} \quad \alpha + \beta + \gamma + \varphi + \psi = 4\,R$$

$$\text{oder} \quad \varphi + \psi = 4\,R - (\alpha + \beta + \gamma) = \varepsilon,$$

$$\text{daher} \quad \frac{A\,B}{B\,C} = \frac{\sin\alpha\,\sin(\varepsilon - \varphi)}{\sin\beta\,\sin\varphi} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}(\sin\varepsilon\,\operatorname{cotg}\varphi - \cos\varepsilon),$$

$$\text{folglich ist:} \quad \operatorname{cotg}\varphi = \frac{A\,B\,\sin\beta}{B\,C\,\sin\alpha\,\sin\varepsilon} + \operatorname{cotg}\varepsilon.$$

Es ist also φ zu berechnen. Von diesem Winkel ziehe ich den Neigungswinkel von A B gegen die y-Achse ab, dann ist das Komplement Θ zu dieser Differenz gleich dem Winkel, den der Meridian in J mit der Visierrichtung J A bildet. Ziehe ich also den so erhaltenen Winkel von der Ablesung für den Turm A ab, so erhalte ich sofort die Richtung des astronomischen Meridians auf dem Teilkreise des Instrumentes. Beobachte ich nun den magnetischen Meridian, so gibt die Differenz beider Ablesungen die Deklination.

Der Gang der Beobachtungen war nun immer der folgende: Der Theodolit wurde fest auf einen Dreifuß aufgeschraubt und dieser stark belastet, so daß eine genügend feste Aufstellung erreicht wurde. Dann wurde das Instrument nivelliert, um die Drehungsachse des Instrumentes genau vertikal zu stellen. Nun wurde der senkrechte Faden des Fernrohres der Reihe nach auf die Türme eingestellt und jedes Mal das Mittel aus den Ablesungen der beiden Nonien notiert. Hierauf wurde das für den Magneten bestimmte Gehäuse auf das Instrument aufgesetzt. Die in der Mitte eingesetzte Spitze wurde sorgfältig gereinigt und geölt, dann der Doppelmagnet eingelegt und das Gehäuse durch einen Deckel geschlossen. Um ein Festhaken des Magneten zu verhindern, dient eine äußerst einfache Vorrichtung. Auf dem Deckel befindet sich nämlich ein Messingknopf, und dieser wird vorsichtig mit einer kleinen rauhen Elfenbeinplatte gerieben. Die dadurch entstehenden geringen Erschütterungen genügen zur Beseitigung des Übelstandes. Nachdem nun mehrmals hintereinander die Einstellung der Magneten beobachtet und notiert war, wurde der Doppelmagnet um seine Längsachse um 180^0 gedreht und wieder wie eben mehrmals beobachtet. Damit sich der Magnet in beiden Lagen in dem stabilen Gleichgewicht befindet, ist das Hütchen, mit dem er auf der Spitze aufliegt, verschiebbar und auf beiden Seiten gleichmäßig ausgebildet. Das Mittel aus beiden Ablesungen liefert dann die Richtung des magnetischen Meridians. Durch dieses Umlegen wird eine eventuelle Abweichung der magnetischen Achse von der geometrischen Achse und der Stellung des mit dem Magneten verbundenen Spiegels zu dieser unschädlich gemacht. Zum Schluß wurden immer noch einmal alle Türme eingestellt, um eine etwa eingetretene Verschiebung des Instrumentes festzustellen. Ein Umlegen des Fernrohres, das eine Abweichung der optischen von der geometrischen Achse desselben unschädlich macht, ist bei diesem Instrument unmöglich.

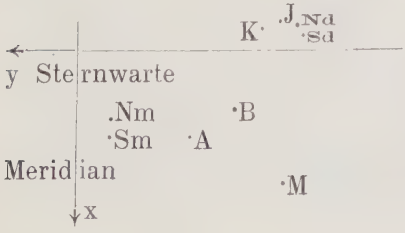
Ergebnisse der Beobachtungen.

Die Beobachtungstage für die Deklinationsbestimmung waren der 8., 12. und 14. August und der 2. September des Jahres 1903. Der Beobachtungsort war nicht immer genau der gleiche, da das Instrument an jedem Tage von neuem aufgestellt werden musste, doch liegen sämtliche Orte innerhalb einer Fläche von $^1/_2$ qm. Die Tageszeiten der Beobachtungen waren leider auch nicht immer dieselben, sodaß die täglichen Schwankungen in Rechnung gezogen werden müssen. Damit nun nicht gerade die Beobachtungsresultate von solchen Tagen, an denen die Deklination ganz unregelmäßigen Schwankungen unterworfen war, angegeben würden, wurden die vom Beuthener Observatorium täglich herausgegebenen Karten der Deklinationsschwankungen eingesehen. Hierdurch und durch die Ungunst der Witterung, die oft während der Beobachtungen umschlug, sind an einer Reihe von Tagen ganz unzuverlässige Resultate erzielt worden, von denen hier ganz abgesehen werden soll.

Es mögen nun die der Rechnung zu Grunde gelegten Koordinaten der Türme und ein kleiner Situationsplan derselben gegeben werden.

	x	y
1. Nd. = Nördl. Domturm.....	— 40,780	— 882,719
2. Sd. = Südl. Domturm	— 24,797	— 886,231
3. M = Mauritiuskirche.....	+ 830,079	— 921,436
4. B = Bernhardinkirche....	+ 450,183	— 641,184
5. A = Adalbertkirche	+ 509,458	— 420,586
6. Sm. = Südl. Magdalenent. ..	+ 481,234	— 83,097
7. Nm. = Nördl. Magdalenent. ..	+ 464,273	— 87,422
8. K = Kreuzkirche.....	— 113,759	— 738,893

Situationsplan.



Aus dieser Skizze erhellt sofort, daß die Kreuzkirche und die beiden Domtürme wegen ihrer allzugroßen Nähe am besten ganz ausgeschaltet werden. 3*

Die mit Hilfe der anderen Türme angestellten Beobachtungen haben folgende Resultate geliefert:

1903.	8. VIII. 10 h.	12. VIII. 3 h.	14. VIII. 10 30 h.	2. IX. 11 h.
S. A. M.	7° 14′ 30″	7° 18′ 30″	7° 19′ 0″	7° 17′ 30″
S. B. M.	7° 18′ 0″	7° 20′ 0″	7° 19′ 30″	7° 19′ 30″
A. B M.	7° 20′ 30″	7° 21′ 0″	7° 20′ 30″	7° 21′ 0″
N. B. M.	7° 18′ 30″	7° 24′ 30″	7° 21′ 30″	7° 20′ 0″
N. A. M.	7° 13′ 0″	7° 20′ 0″	7° 20′ 30″	7° 18′ 30″

Anmerkung: Die Buchstaben in der ersten Kolonne beziehen sich auf die bei der Berechnung der Einzelresultate benützten Türme und entsprechen den auf voriger Seite eingeführten Abkürzungen. N und S sind die beiden Magdalenentürme.

Zunächst ist zu bemerken, daß sämtliche Werte ganz erheblich von den zu erwartenden abweichen, denn diese müßten ungefähr 7° 30′ sein. Jedoch läßt die leidliche Übereinstimmung der vielen Beobachtungen sicher darauf schließen, daß nicht Beobachtungsfehler die Ursache dieser Abweichungen sein können. An der Richtigkeit der benützten Koordinaten ist nicht zu zweifeln, da sie äußerst genau auf der Sternwarte berechnet und mehrmals kontrolliert worden sind. Es bleibt vielmehr nur übrig, eine örtliche Störung anzunehmen. Irgend welche eisenhaltigen Instrumente oder Gegenstände sind bei den Beobachtungen aufs peinlichste vermieden worden. Das nächste Eisen findet sich erst 4 m unter dem Beobachtungsort, wo eine Eisentür den Zugang vom Treppenhause zu den Bodenräumen abschließt, doch wird diese wohl kaum einen wesentlichen Einfluß haben.

Was nun die Übereinstimmung der Resultate unter sich anlangt, so ist dieselbe sowohl unter den an einem Tage gewonnenen, als auch unter den entsprechenden an den verschiedenen Tagen erhaltenen Werten eine nicht sehr befriedigende. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß ja auch die Beobachtungszeiten an den einzelnen

Tagen nicht dieselben waren. Daß die Werte vom 8. VIII. geringer sind als die anderen, erklärt sich dadurch, daß die Deklination gerade zwischen 10 und 11 Uhr rasch wächst. Die anderen drei Kolonnen lassen sich schon besser vergleichen, da die Deklination um 3 Uhr nachmittags ungefähr wieder soviel zurückgegangen ist, wie sie von 11 Uhr bis zum Maximum gestiegen ist. In der Tat stimmen diese Werte leidlich unter einander überein, und man kann wohl getrost den Mittelwert von ihnen als Wert gelten lassen. Wenn nun von der minimalen Korrektion, die die Meridiankonvergenz zwischen dem Meridian der Sternwarte und dem des Beobachtungsortes verlangt, abgesehen wird, so ergibt sich als Mittelwert für die Deklination im August 1903 um 11 Uhr vormittag:

$$\delta = 7^{0}\ 20'\ 30''.$$

Die Beobachtungen am 2. September beschränkten sich nicht auf eine einmalige Bestimmung der Deklination, sondern es sollte an diesem Tage der Verlauf der Deklination während mehrerer Tagesstunden verfolgt werden. Es wurde nun stündlich von 10 bis 4 Uhr die Magneteinstellung abgelesen. Wenn nun als astronomischer Meridian der gewählt wird, der sich bei Benützung der Türme: S = Südlicher Magdalenenturm, B = Bernhardinkirchturm und M = Mauritiuskirchturm ergibt, so liefern die Beobachtungen folgende Resultate:

2. IX. 1903.	Zeit.	Deklination.
1.	10 h.	7° 15′ 45″.
2.	11 h.	7° 19′ 30″.
3.	12 h.	7° 20′ 15″.
4.	1 h.	7° 19′ 30″.
5.	2 h.	7° 18′ 15″.
6.	3 h.	7° 16′ 30″.
7.	4 h.	7° 14′ 30″.

In diesen Werten zeigt sich wieder das rasche Ansteigen zwischen 10 und 11 Uhr. Von da ab verhält sich die Deklination ziemlich konstant, erreicht allerdings schon ungefähr um 12 Uhr ihr Maximum, was sonst ge-

wöhnlich erst um 1 Uhr herum geschieht, und fällt dann wieder rasch ab.

Was nun die Größe der täglichen Schwankung anbetrifft, so beträgt diese, wenn wir berücksichtigen, daß während der nicht beobachteten Zeit von 8—10 Uhr die Deklination schon um 1 bis 2′ gewachsen ist, für Anfang September 5 bis 7 Bogenminuten, ein für diese Jahreszeit ganz normaler Wert.

Im Anschluß an die bisherigen Mitteilungen der Ergebnisse der Deklinationsbeobachtungen mit Hilfe terrestrischer Objekte mögen noch die Koordinaten des Ortes der Beobachtung vom 14. VIII. 1903 angegeben werden. Diese berechneten sich, bezogen auf die Koordinatentafel IV der Galleschen Mitteilungen, als:

$$X = -151{,}40 \text{ m},$$
$$Y = -822{,}00 \text{ m}.$$

Eine genauere Angabe wäre unzuverlässig, da der Ort nicht genau fixiert worden ist.

Es lag nahe, zur Bestimmung der Deklination auch die Sonne zu benützen, und es ist daher auch an verschiedenen Tagen der Versuch gemacht worden, zur Kontrolle den Meridian mit Hilfe der Sonne zu bestimmen. Da die absolute Zeit nicht bekannt war, mußte die Sonne in zwei Stellungen von gleicher Höhe beobachtet werden. Nun besitzt das Instrument aber keinen Höhenkreis, sodaß das Fernrohr von der einen Beobachtung bis zur anderen vollständig unverändert in seiner Neigung gelassen werden muß. Daher kann an jedem Tage immer nur eine einzige Beobachtung stattfinden; außerdem erschwert dieser Umstand das Aufsuchen und die genaue Einstellung der Sonne in der zweiten Stellung. Zu diesem Übelstande treten noch einige andere, die die vollständig unbefriedigenden Werte, die erhalten wurden, erklären. Die Sonne muß eingestellt werden, wenn sie noch ziemlich rasch ansteigt, also vielleicht um 10 Uhr und dann natürlich wieder in der Gegenstellung um 2 Uhr. Beide Richtungen schließen aber einen sehr großen Winkel ein, und wenn nun das Fernrohr um einen so großen Winkel nachgedreht werden

muß, so verursacht eine minimale Neigung der vertikalen Drehungsachse des Fernrohres einen bedeutenden Fehler, da die Sonne zum zweiten Male in einer ganz anderen Höhe beobachtet wird als beim ersten Male. Diese Neigung kann aber schließlich doch dadurch hervorgerufen werden, daß der Beobachter seine Stellung zu dem Instrument öfters verändern muß und daher womöglich eine minimale Erschütterung des Erdbodens hervorrufen kann, die sich dem Instrumente mitteilt. Hierzu tritt noch ein anderer Umstand. Das Fernrohr besitzt einen beleuchtbaren Vertikalfaden. Die Beleuchtung geschieht durch ein total reflektierendes Prisma, das sich zwischen Okular und Vertikalfaden befindet, und dessen eine Kante gleichzeitig den Horizontalfaden ersetzt. Wegen dieser Einrichtung ist die Sonne erst zu sehen, wenn sie in die untere Hälfte des Gesichtsfeldes tritt. Schwer ist es nun zu erkennen, wann die Sonne gerade die horizontale Halbierungslinie des Gesichtsfeldes tangiert. In diesem Augenblick muß der Vertikalfaden auf den entsprechenden Sonnenrand eingestellt werden. Es hat sich außerdem nachträglich herausgestellt, daß die Vorrichtung zur Feinverstellung, welche diese Einstellung bewirkt zwar beim Anziehen, nicht aber beim Lockern sofort funktioniert, sodaß zwischen Einstellung und Ablesung wegen elastischer Nachwirkung eine kleine Änderung wahrscheinlich eingetreten war. Aus all diesen Gründen erklären sich wohl die ganz sonderbaren Werte, die im Folgenden angegeben werden mögen:

1903

Tag	Zeit der Sonneneinst.	Zeit der Magneteinst.	Deklination
8. VIII.	$10^{40} - 12^{20}$	10^{0} h	7° 5′ 30″
12. VIII.	$10^{40} - 12^{20}$	3^{0} h	7° 3′ 15″
14. VIII.	$10^{50} - 11^{10}$	10^{30} h	6° 55′ 0′,
15. VIII.	$11^{40} - 12^{20}$	1^{0} h	7° 13′ 45″

Anmerkung: An mehreren Tagen wurden die Beobachtungen dadurch vereitelt, daß im Augenblick der zweiten Einstellung die Sonne durch eine Wolke verdeckt war.

Von den stark variierenden Resultaten ist das letzte das beste, doch ist hieran auszusetzen, daß die Sonne in zwei dem Meridian zu nahe gelegenen Stellungen beobachtet worden ist. Daß aber gerade dieses Resultat am besten geworden ist, läßt darauf schließen, daß in den anderen Fällen entweder nicht ganz genau nivelliert war, oder daß sich die Neigung des Fernrohres zwischen den beiden Beobachtungen durch irgend welche äußeren Veranlassungen etwas geändert hat.

Jedenfalls ist diesen Beobachtungen kein Gewicht beizulegen.

II. Bestimmung der Horizontal-Intensität.

Die Bestimmung der Horizontal-Intensität geschah zunächst auch nach dem Vorbilde Pringsheims und mit denselben Apparaten, die dieser benützt hatte, wurde später aber mit dem magnetischen Theodoliten ausgeführt, der auch zur Bestimmung der Deklination diente.

Die ersten Messungen wurden in dem im zweiten Stockwerk gelegenen Zimmer 36 vorgenommen, und zwar in der Nähe der leider nicht eisenfreien Wand, welche dieses Zimmer von der Dunkelkammer trennt. Fortgesetzt wurden die Messungen in dem eisenfreien Zimmer 3 im Kellergeschoß, in der Nordwestecke desselben. Schließlich wurde auch noch auf dem Turm ebenfalls in der Nordwestecke beobachtet. Da alle Messungen auf dieselbe Art und Weise angestellt wurden, mögen die Resultate nachher im Zusammenhange wiedergegeben werden. Vorher jedoch sollen die angewandten Apparate etwas näher beschrieben werden.

Beim ersten Teile der Messungen, den Schwingungsbeobachtungen, diente als schwingender Magnet ein massiver Stahlzylinder von 681,855 gr Gewicht und einer Länge von 25,87 cm. Er ruhte in einem Gehänge von

üblicher Form, mit dem ein kleiner Spiegel fest verbunden war, um auch noch sehr kleine Schwingungen mit Fernrohr und Skala ablesen zu können. Dieses Gehänge mit dem Magneten sollte nun von einem Bündel von Seidenfäden mit geringer Torsion getragen werden, doch scheiterten sämtliche Versuche an dem schweren Gewicht des Magneten. Wenn dieser wirklich getragen wurde, so riß der Seidenfaden regelmäßig, wenn zur Bestimmung des Trägheitsmomentes noch zwei Messingzylinder von zusammen 300 gr angehängt wurden. Auch der dann gewählte sehr dünne Silberdraht, der auch noch eine sehr geringe Torsion hatte, konnte die Last nicht tragen und riß mindestens bei der Schwingungsbeobachtung mit Belastung.

Es mußte schließlich ein ziemlich starker platinierter Kupferdraht genommen werden, der nun natürlich eine sehr beträchtliche Torsion besaß. Dieser Umstand verlangte eine sehr genaue Torsionsbestimmung und Berücksichtigung derselben bei allen Messungen. Dies war mit ein Grund dafür, daß später die Messungen mit anderen Instrumenten vorgenommen wurden, die viel geringere Dimensionen hatten.

Der schwingende Magnet wurde mit einem hölzernen Kasten umgeben, um ihn vor störenden Luftströmungen zu schützen. Die Schwingungen des Magneten wurden mit einem Theodoliten von M. Meyerstein in Göttingen beobachtet, an dem sich noch 10″ ablesen ließen. Auf diesen wurde die Holzskala aufgesetzt. Die Schwingungszeiten wurden mit einem Schiffschronometer von Knoblich (Hamburg) bestimmt, das halbe Sekunden schlug. Die genaue Schwingungsdauer wurde jedesmal so bestimmt, daß eine sehr große Zahl von Durchgängen eines bestimmten Skalenstriches durch das Fadenkreuz beobachtet wurde. Diese Schwingungsdauer wurde dann noch auf unendlich kleine Bögen reduziert.

Die Bestimmung des Trägheitsmomentes geschah nach der Methode von Gauß. Es wurde an jedem Ende des Tragebalkens ein größerer Messingzylinder vom Radius $R = 1{,}981$ cm und dem Gewicht $P = 144{,}238$ gr und auf

diesem befestigt ein kleinerer vom Radius r = 0,501 cm und dem Gewicht p = 5,750 gr an einem Seidenfaden aufgehängt und nun die Schwingungsdauer noch einmal beobachtet. Da der Abstand der gemeinsamen Achse der beiden Zylinder von der Drehungsachse des schwingenden Magneten l = 15,00 cm war, so betrug das hinzugesetzte Trägheitsmoment:

$$K_1 = 2\left\{\tfrac{1}{2} P R^2 + \tfrac{1}{2} p r^2 + P l^2 + p l^2\right\}$$
$$= 68062{,}0 \text{ [cm}^2 \text{ gr]}.$$

Hieraus und aus den beiden Schwingungszeiten mit und ohne Belastung läßt sich nun das Trägheitsmoment des Magneten mit Gehänge berechnen, denn es ist

$$K : (K + K_1) = t^2 : T^2 \text{ oder}$$
$$K = K_1 \frac{t^2}{T^2 - t^2}.$$

Zur Bestimmung des Torsionsverhältnisses war mit dem Gehänge ein Torsionskopf verbunden. Durch Drehung dieses um einen bestimmten Winkel α wurde dem Aufhängedrahte eine gewisse Torsion mitgeteilt, und es kam nun darauf an, den Winkel φ zu bestimmen, den die neue Ruhelage mit der ursprünglichen bildete. Diese Bestimmung wurde immer mehrmals und nach beiden Seiten ausgeführt. Das Torsionsverhältnis Θ ist dann:

$$\Theta = \frac{\varphi}{\alpha - \varphi}.$$

Der zweite Teil der Messungen, die Ablenkungsbeobachtungen, wurden nach dem Gaußschen Verfahren angestellt. Dieses beruht darauf, daß man den Magneten, mit dem die Schwingungsbeobachtungen ausgeführt wurden, in der sogenannten ersten Hauptlage aus zwei verschiedenen Entfernungen einen anderen Magneten ablenken läßt. Als abzulenkender Magnet diente derselbe, mit dem Pringsheim im Jahre 1879 die Deklination bestimmt hatte, und der auch im ersten Teile dieser Arbeit bei der Deklinationsbestimmung erwähnt wurde. Zu den Ablenkungsbeobachtungen wurden an das Gestell, das den Draht mit dem Magneten trug, hohle Messingrohre angesetzt, die mit einer Bussole senkrecht zum Meridian und mit einer

Libelle horizontal gerichtet wurden. An beiden Enden wurden sie durch hölzerne Gestelle unterstützt, die leicht die richtige Höheneinstellung zuließen. Durch Öffnungen waren auf jeder Seite je zwei Punkte markiert, die für die angewandten Magneten die zur Ablenkung günstigen Entfernungen von der Drehungsachse des abzulenkenden Magneten besaßen. In diese Öffnungen wurde nun der Magnet mit einem passenden Gestell eingesetzt, sodaß er sich sowohl ostwestlich als auch in der richtigen Höhenlage zu dem abzulenkenden Magneten befand. Durch Umlegen des ablenkenden Magneten in jeder der 4 Stellungen ergaben sich je 4 nahezu gleiche Ablenkungswinkel, aus denen die Mittelwerte φ_1 und φ_2 genommen wurden. Die einzelnen Ablenkungswinkel konnten wohl deswegen schon nicht vollständig übereinstimmen, weil die Entfernungen des ablenkenden Magneten im Osten und die entsprechenden im Westen nicht absolut gleich waren. Dieses wäre nur dann der Fall gewesen, wenn der abzulenkende Magnet sich ganz genau im Mittelpunkte des Gestelles befunden hätte. Der schädliche Einfluß von geringen Abweichungen wurde aber dadurch beseitigt, daß eben aus so vielen Messungen das Mittel genommen wurde.

Ergebnisse der Beobachtungen.

Die Berechnung der Horizontalintensität beruht auf folgenden beiden Hauptgleichungen:

$$\text{I. } P = M \cdot H = \frac{\pi^2 K}{t^2 (1 + \Theta)},$$

$$\text{II. } Q = \frac{M}{H} = \frac{1}{2} \frac{r_1^5 \operatorname{tg} \varphi_1 - r_2^5 \operatorname{tg} \varphi_2}{r_1^2 - r_2^2} (1 + \Theta_1).$$

Hierin bedeutet M das magnetische Moment des schwingenden Magneten, H die Horizontalintensität des Erdmagnetismus, K das Trägheitsmoment des schwingenden Magneten mit Gehänge, t seine auf unendlich kleine Bögen reduzierte Schwingungsdauer und Θ das Torsionsverhältnis seines Aufhängedrahtes. r_1 und r_2 sind die Entfernungen des Mittelpunktes des ablenkenden Magneten von der Drehungsachse des anderen Magneten, und φ

und φ_2 die aus diesen Entfernungen hervorgebrachten Ablenkungswinkel.

Für K hatten wir (s. S. 22) die Gleichung gefunden:

$$K = K_1 \frac{t^2}{T^2 - t^2},$$

worin K_1 das bekannte hinzugesetzte Trägheitsmoment und T die ebenfalls reduzierte Schwingungsdauer mit Belastung bedeutet.

Für K_1 hatte sich ergeben (s. S. 22)

$$K_1 = 68062{,}0 \text{ [cm}^2 \text{ gr]}.$$

Es möge nun eine Zusammenstellung der bei den drei endgiltigen Messungen mit den bisher genannten Apparaten erhaltenen Einzelresultate gegeben werden:

Zeit } der Ort } Beobachtung	—	9. VIII. 1902. 8 — 2 h.	22. IX. 02. 9 — 3 h.	27. IX. 02. 10 — 4 h.
	—	Zimmer 36	Zimmer 3	Turm
Red. Schwingungsdauer } ohne Belastung	t	22,593 s	21,129 s	21,289 s
Red. Schwingungsdauer } mit Belastung	T	36,380 s	33,998 s	33,723 s
Trägheitsmoment	K	42 729,7	42 831,5	45 096,9
Torsionsverhältnis	Θ	0,0263	0,2287	0,2943
$P = M \cdot H$	—	805,013	770,657	758,760
Entfernung. des ablenkenden Magneten	r_1	— — —	120,053 cm	— — —
	r_2	— — —	90,057 cm	— — —
Ablenkungswinkel	φ_1	1° 14′ 50″	1° 8′ 34″	1° 3′ 45″
	φ_2	2° 58′ 58″	2° 41′ 25″	2° 30′ 51″
$Q = \frac{M}{H}$	—	18 981,13	21 340,12	20 761,25
$H = \sqrt{\frac{P}{Q}}$	—	0,20594	0,19003	0,19117

Die erhaltenen Werte weichen sowohl unter einander als von dem zu erwartenden Werte ab. Der normale Wert wäre ungefähr 0,197 gewesen. Bei der Messung im Zimmer 36 können möglicherweise Störungen erfolgt sein durch die nur 1 m von den Instrumenten entfernte Wand. Diese ist eine Gipswand, deren Gerippe von einem eisernen Drahtgitter gebildet wird. Die beiden anderen Werte stimmen ziemlich gut überein. Immerhin aber verlangten die Resultate wegen der großen Abweichung vom Normalwert und vor allem wegen des enormen Torsionsver-

hältnisses des Aufhängedrahtes eine Bestätigung womöglich mit anderen Instrumenten. Ich setzte daher die Messungen auf Anraten des Herrn Prof. Dr. O. E. Meyer mit dem schon bei Beschreibung der Deklinationsbestimmung erwähnten Lamontschen Theodoliten fort, der ein viel präziseres Arbeiten gestattete.

Die Vorzüge des neuen Instrumentes gegenüber dem bisher gebrauchten sind, wie zum Teil schon bei der Beschreibung der Deklinationsbestimmung erwähnt, folgende: Die bequemere und sichere Aufstellung, da das ganze Instrument auf ein einziges Tischchen aufgeschraubt wird, ferner die exaktere Ausführung der einzelnen Teile und vor allem die geringeren Dimensionen, die die Anwendung eines seidenen Aufhängefadens mit geringem Torsionsverhältnis zulassen.

Der Gang der Beobachtungen ist im allgemeinen derselbe wie der bisherige, doch führt die Einrichtung des Apparates einige Abweichungen in Beobachtung und Berechnung herbei. Zunächst wurde der Theodolit fest auf einen Dreifuß geschraubt und nivelliert. Alsdann wurde das zu den Schwingungsbeobachtungen bestimmte Gehäuse aufgesetzt und mit einem gläsernen Deckel verschlossen.

Auf diesem saß in der Mitte ein vertikales Ansatzrohr, an dessen oberem Verschluß, verstellbar in seiner Höhe, der Seidenfaden mit dem Magneten hing. Dieser Magnet war ein prismatischer Stab von 7,12 cm Länge Mit ihm fest verbunden und senkrecht zu seiner Längsrichtung war ein Messingstab von denselben Dimensionen, der auf beiden Seiten in gleichen Abständen von der Mitte je zwei Stifte hatte, bestimmt zur Aufnahme zweier Zylinder bei der Bestimmung des Trägheitsmomentes. Zur Aufhängung war oben ein Messingstäbchen befestigt, das am Ende hakenförmig umgebogen war. Unten war ein Spiegel befestigt, dessen spiegelnde Seite dem Südpol zugekehrt war. Mit diesem Magneten wurden die Schwingungen ausgeführt, und zwar so, daß der Durchgang des Spiegelbildes des beleuchteten Vertikalfadens im Fernrohr beobachtet wurde. Zur Bestimmung des Träg-

heitsmomentes wurden auf den Messingstab zwei gleiche vergoldete Zylinder mit dem Einzelgewicht von m = 8,416 gr und einem Radius von r = 0,70 cm aufgesetzt, und zwar auf die äußeren Stifte, sodaß die Zylinderachsen von der Drehungsache um l = 3,395 cm entfernt waren. Aus diesen Angaben ergiebt sich für das bekannte hinzugesetzte Trägheitsmoment:

$$K_1 = 2 \{\tfrac{1}{2} m r^2 + m l^2\} =$$
$$= 198{,}129 \text{ [cm }^2\text{gr]}.$$

Die Torsion wurde in Ermangelung eines Torsionskopfes so bestimmt, daß der Magnet einmal ganz herum, also um 360° gedreht wurde, ohne an der oberen Befestigung etwas zu ändern. Dies geschah natürlich nach beiden Seiten, und aus den beiden Winkeln der neuen und der ursprünglichen Ruhelage wurde das Mittel genommen. Aufgehängt war der Magnet an einem doppelten Seidenfaden, der ein Torsionsverhältnis von normaler Größe besaß.

Zu den Ablenkungsbeobachtuugen wurde ein anderes Gehäuse auf den Theodoliten aufgesetzt, das auch wieder mit einem Deckel mit vertikalem Ansatzrohr verschlossen wurde. In diesem hing an einem einfachen Seidenfaden ein kleiner Spiegel, der in der Mitte von einem ganz kleinen Magneten durchbohrt wurde. An beiden Seiten hatte dieses Gehäuse je einen Fortsatz, auf den eine Schiene zur Aufnahme des ablenkenden Magneten aufgesetzt wurde. Auf diesen Schienen waren wieder zwei Marken angebracht, die sich in der günstigen Ablenkungsentfernung von dem kleinen Magneten befanden. In der Beobachtung der Ablenkungswinkel besteht nun der Hauptunterschied dieser Methode von der früheren. Um das Spiegelbild des Vertikalfadens in dem Spiegel des abgelenkten Magneten sehen zu können, wurde das Fernrohr mit dem Gehäuse, den Ansatzschienen und dem ablenkenden Magneten solange nachgedreht, bis Deckung von Bild und Spiegelbild eintrat. Nun lag aber der ablenkende Magnet nicht mehr senkrecht zum magnetischen Meridian, sondern um den am Theodoliten unmittelbar

abzulesenden Ablenkungswinkel φ gegen diese Richtung geneigt. Daher müssen in der für die Ablenkungsbeobachtung geltenden zweiten Hauptgleichung statt der Tangenten die Sinus der Ablenkungswinkel gesetzt werden, sodaß jetzt die beiden Gleichungen heißen:

$$\text{I. } P = M \cdot H = \frac{\pi^2 K}{t^2 (1 + \Theta)}$$

$$\text{II. } Q = \frac{M}{H} = \frac{1}{2} \frac{r_1^5 \sin\varphi_1 - r_2^5 \sin\varphi_2}{r_1^2 - r_2^2} (1 + \Theta_1),$$

Hierin bedeutet Θ_1 das Torsionsverhältnis des einfachen Aufhängefadens bei der Ablenkungsbeobachtung.

K wird wieder nach der Gleichung:

$$K = K_1 \frac{t^2}{T^2 - t^2}$$

berechnet.

Ergebnisse der Beobachtungen.

Die beiden endgiltigen Messungen wurden im Zimmer 3 am alten Orte und auf dem Turm auf der großen Granitplatte in der Nordostecke vorgenommen.

Es möge nun wieder eine Gegenüberstellung der bei den beiden Messungen vom 23. und 30. Juni 1903 erhaltenen Einzelresultate im Folgenden gegeben werden:

1902.

Zeit } der Beobachtung	—	23. VI. 12—7 h.	30. VI. 8—2 h.
Ort } der Beobachtung	—	Zimmer 3	Turm
Red. Schwingungsdauer { ohne } Belastung	t	9,017 s	9,125 s
Red. Schwingungsdauer { mit } Belastung	T	12,622 s	12,757 s
Trägheitsmoment	K	206,504	207,578
Torsionsverhältnis	Θ	0,0140	0,0136
$P = M \cdot H$	—	24,721	24,940
Entfernungen des ablenkenden Magneten	r_1	26,40 cm	26,40 cm
	r_2	20,00 cm	20,00 cm
Ablenkungswinkel	φ_1	4° 16′ 45″	4° 16′ 37″
	φ_2	10° 0′ 30″	10° 0′ 23″
Torsionsverhältnis	Θ_1	0,0028	0,0026
$Q = \frac{M}{H}$	—	676,62	675,83
$H = \sqrt{\frac{P}{Q}}$	—	0,19114	0,19210

Diese beiden Werte stimmen sowohl unter sich als auch mit den beiden entsprechenden Werten nach der ersten Methode sehr gut überein, weichen allerdings erheblich von dem zu erwartenden Werte ab. Doch läßt die Übereinstimmung der 4 Messungen wohl darauf schließen, daß es sich nicht um Beobachtungsfehler, sondern um tatsächliche Abweichung des Wertes der Horizontalintensität in dem Gebäude von dem normalen Werte handeln dürfte. Erwähnt möge noch werden, daß der zweite Beobachtungsort auf dem Turm, ähnlich wie der Ort der Deklinationsbestimmung, sich 3 m über einer zweiten eisernen Bodentür befindet. Trotzdem ist dieser Punkt gewählt worden, weil hier der Wind so gut wie gar nicht stört und der Apparat auf der großen Granitplatte einen viel festeren und erschütterungsfreieren Platz hatte als an irgend einer anderen Stelle des Daches. Von Temperaturkorrektionen wurde abgesehen, da die Temperatur bei beiden Messungen sich nur um 2 bis 3 Grad unterschied. Sie betrug im ersten Falle ungefähr 18 bis 20° und im zweiten 21—22° C.

Theoretisch hätte der Wert der Horizontal-Intensität auf dem Turm geringer sein müssen als in dem im Kellergeschoß gelegenen Zimmer 3. Daß sich hier das Gegenteil ergeben hat, ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß möglicherweise beide Beobachtungen mehr oder weniger von benachbartem Eisen beeinflußt worden sein können. Im Zimmer 3 hat sich nämlich, wie im zweiten Teil dieser Arbeit gezeigt werden wird, ein störender Einfluß durch eiserne Röhren, die an der Außenseite des Zimmers verlaufen, herausgestellt, doch ist schwerlich anzunehmen, daß die Störung bis in die nordwestliche Ecke des Zimmers reicht. Dagegen kann die Beobachtung auf der großen Granitplatte vielleicht doch etwas durch die unter der Platte befindliche eiserne Bodentür beeinflußt worden sein.

Teil II.

Die relativen Messungen.

Nachdem in dem ersten Teile dieser Arbeit die Ergebnisse der absoluten Bestimmung der Deklination und der Horizontal-Intensität mitgeteilt worden sind, soll in dem zweiten Teile über die relativen Messungen der Horizontal-Intensität der Gesamt-Intensität und der Inklination an den einzelnen Stellen des Institutes berichtet werden. Diese relativen Bestimmungen hatten den Zweck, die Schwankungen, die die Elemente des Erdmagnetismus innerhalb des Gebäudes erleiden, durch Vergleichsbeobachtungen festzustellen und die einzelnen Werte derselben auf einen beliebig zu wählenden Normal- oder Ausgangswert zu beziehen.

Die Messungen wurden zuerst mit dem von Kohlrausch angegebenen Lokalvariometer*) ausgeführt, mit dem durch leicht und rasch auszuführende Messungen die Horizontal-Intensität zweier Orte verglichen werden kann. Fortgesetzt wurden sie mit dem von Herrn Prof. O. E. Meyer selbst angegebenen Gebirgsmagnetometer**), das einen Vergleich der Gesamt- und der Vertikal-Intensität und die Inklinationsbestimmung gestattet.

I. Die Untersuchungen mit dem Kohlrausch-Variometer.

Das Verfahren mit diesem Variometer beruht auf der Ablenkung, die eine Bussolennadel durch einen zentral unter ihr befindlichen und zwischen zwei festen Anschlägen drehbaren Magneten erfährt. Die Beschreibung und seine praktische Anwendung findet sich auch in „Kohlrauschs Praktische Physik".

Wenn wir mit φ den halben Drehungswinkel zwischen den festen Anschlägen, mit δ_1 und δ_2 die Differenz der Einstellungen von Nordpol und Südpol (mit Berück-

*) Wiedem. Annalen, Bd. 29, S. 47.

**) Wiedem. Annalen, Bd. 40, S. 489.

sichtigung des Vorzeichens) an den Orten I und II bezeichnen, so erhalten wir für das Verhältnis der erdmagnetischen Felder an beiden Orten die Beziehung:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \frac{1}{2} \delta_2}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \frac{1}{2} \delta_1}$$

Solange nun die halbe Differenz von δ_1 und δ_2 unter 12^0 bleibt, gilt auch die Annäherungsformel:

$$\frac{H_2}{H_1} = 1 + (0{,}0087 \operatorname{tg} \varphi)\ (\delta_2 - \delta_1).$$

Wählen wir den konstanten Winkel $\varphi = 29{,}9^0$, so erhält der Faktor $0{,}0087 \operatorname{tg} \varphi$ den bequemen Wert 0,0050, so daß

$$\text{(a.)} \quad H_2 = [1 + 0{,}0050\ (\delta_2 - \delta_1)]\ H_1$$

ist.

Um nun noch die Temperaturkorrektionen anbringen zu können, wurde an einem Orte rasch hintereinander bei zwei sehr verschiedenen Temperaturen von $t_1 = 28^0$ und $t_2 = 18^0$ C gemessen. Dadurch ergab sich als Temperaturkoeffizient:

$$\mu = 0{,}0087 \operatorname{tg} \varphi \frac{\delta_2 - \delta_1}{t_2 - t_1} = 0{,}0006.$$

Unter Berücksichtigung dieser Temperaturkorrektion ergibt sich nun als endgültige Gleichung:

$$\text{(b.)} \quad H_n = [1 + 0{,}0050\ (\delta_2 - \delta_1) + \mu\ (t_1 - t_n)]\ H_1.$$

Das Beobachtungsverfahren war nun das folgende:

Als Ausgangspunkt wurde die in der Nordwestecke des Zimmers 3 befindliche Marmorplatte gewählt. An allen Beobachtungstagen wurde nun von diesem Orte ausgegangen und am Schluß der Messungen zu ihm zurückgekehrt. Daß nach Anbringung der Temperaturkorrektionen Veränderungen der Ausschläge am Ausgangspunkte nicht stattfanden, bewies die Konstanz des Instrumentes. Die Einstellungen wurden mit einer Lupe und stets an beiden Enden der Nadel abgelesen, sodaß wohl höchstens Fehler von $\frac{1}{10}{}^0$ gemacht worden sind. Selbstverständlich wurden bei allen Messungen sämtliche eisenhaltigen Gegenstände aufs sorgfältigste vermieden. Gerechnet wurde nach der

Näherungsformel (a) bezw. (b), nur in den Fällen großer Abweichung wurde die genaue Formel benützt.

In der Zusammenstellung der Resultate der 48 brauchbaren Beobachtungen sind Ort und Zeit der Messung und das Verhältnis des betreffenden Wertes der Horizontal-Intensität zu dem Ausgangswert zunächst ohne Berücksichtigung der Temperatur angegeben, dann die Werte, die sich nach einer diesbezüglichen Korrektion ergeben, und schließlich der Unterschied des neuen Wertes von dem Ausgangswert in Tausendsteln von H_1, eben diesem Ausgangswert. Die unter „Anmerkungen" befindlichen Zahlen beziehen sich auf die hinter der Tabelle stehenden gleichbezeichneten Bemerkungen.

Es möge noch die Lage der einzelnen Beobachtungszimmer im Gebäude näher angegeben werden.

Zimmer 3 im Mittelbau, Mitte des Kellergeschosses, Fenster nach Norden.

Unterkeller am Südende des Mittelbaues, Fenster nach Norden.

Turm am Nordende des Mittelbaues.

Hörsaal im 1. Stock des Südflügels, Fenster nach Süden.

Zimmer 29 im 1. Stock in der Südwestecke } Fenster nach
Zimmer 36 im 2. Stock über Z. 29 } Süden u. Westen

Zimmer 2 an Nordwand von Z. 3 anstoßend.

Zimmer 15 im Mittelbau, Erdgeschoß, Fenster nach Westen.

Zimmer 24 (kleiner Hörsaal) im 1. Stock des Nordflügels, Fenster nach Norden.

Zimmer 25 (Bibliothek) in der N. W.-Ecke des 1. Stockes, Fenster nach Norden.

Praktikantenraum im Erdgeschoß des Südflügels, Fenster nach Süden.

Zimmer 17 (optisches) im Erdgeschoß, S.W-Ecke des Mittelbaues.

Zimmer 13 im Erdgeschoß über Z. 3.

Schacht im Haupttreppenhause (Mittelbau).

Zimmer 22 im Erdgeschoß, Südflügel über der Durchfahrt, Fenster nach Norden.

Ergebnisse der Vergleichsbeobachtungen der Horizontalintensität mit dem Variometer von Kohlrausch.

1902.

Nr.	Ort der Beobachtung	Zei	Temperat.	$H_n = [1 + 0{,}0050\ (\vartheta_n - \vartheta_1)]\ H_1$	Temper.-Korrekt.	H_n (Reduzier. Wert)	$H_n - H_1$ in Tausendst. v. H_1	Anmerkung.
1.	**Zimmer 3.** S.-O.-Ecke der Marmorplatte in der N.W.-Ecke	2. Okt. 9 h.	15° C.	Einheitswert	—	—	—	—
2.	Äußerste N.W.-Ecke dieser Platte	10 h.	15°	0,9450 H_1	—	0,9450 H_1	— 55,0	—
3.	Zweite Marmorplatte an der Ostwand dieses Zimmers	5 h.	17°	0,8725 H_1	— 0,0012	0,8713 H_1	— 128,7	1)
4.		5 30 h.	17°	0,6765 H_1	— 0,0012	0,6753 H_1	— 324,7	1)
	Der Nordpol ist sehr stark gesenkt.							
5.	Mittelpunkt des Z. 3	3. Okt. 4 30 h.	17°	1,0565 H_1	— 0,0012	1,0553 H_1	+ 55,3	—
6.	Südwand am Klingelknopf	4 50 h.	17°	1,0695 H_1	— 0,0012	1,0683 H_1	+ 6 ,3	—
7.	**Unterkeller**	4. Okt. 9 30 h.	13°	1,0615 H_1	+ 0,0012	1,0627 H_1	+ 62,7	—
8.	**Turm:** Auf dem Schacht	9 50 h.	11°	1,0265 H_1	+ 0,0024	1,0289 H_1	+ 28,9	—
9.	Auf der großen Granitplatte	4. Okt. 10 h.	11°	1,0225 H_1	+ 0,0024	1,0249 H_1	+ 24,9	—

12.	**Dach über d. Hörsaal.** 1 m von der Mitte des Südgitters entfernt	11¹⁰ h.	13°	0,8190 H_1	+ 0,0012	0,8202 H_1	— 179,8	2)
13.	½ m vom Gitter entfernt	11²⁰ h.	13°	0,6490 H_1	+ 0,0012	0,6502 H_1	— 349,8	2)
14.	¼ m vom Nordgitter entfernt	11³⁰ h.	13°	Die Nadel geht nicht in die Zwangslage.				2)
15.	**Hof.** Mitte zwischen der Pumpe und dem Eingang zum Kellergang	11⁵⁰ h.	14°	1,0425 H_1	0,0006	1,0431 H_1	+ 43,1	
16.	Eingang zur Laube	12¹⁰ h.	14°	1,0900 H_1	0,0006	1,0906 H_1	+ 90,6	
17.	**Hörsaal.** Mitte des Experimentiertisches	6. Okt. 10 h.	14°	0,9335 H_1	0,0006	0,9341 H_1	— 65,9	
18.	Mitte der Plattform an dem oberen Eingang	10³⁰ h.	14°	1,0440 H_1	0,0006	1,0446 H_1	+ 44,6	
19.	Sitzplatz 118	10⁴⁵ h.	14°	1,0080 H_1	0,0006	1,0086 H_1	+ 8,6	
20.	Mitte der Veranda	11 h.	15°	1,0440 H_1		1,0440 H_1	+ 44,0	
21.	**Zimmer 29.** (Mitte)	11²⁰ h.	13°	1,0015 H_1	+ 0,0012	1,0027 H_1	+ 2,7	
22.	**Zimmer 36.** Dicht am Platz der absoluten Messung	11⁴⁰ h.	13°	1,0997 H_1	+ 0,0012	1,1009 H_1	— 100,9	3)
23.	**Kellergang bei Zimmer 3.** 40 cm von der gelben Röhre	14. Nov. 4 h.	8°	0,9285 H_1	+ 0,0042	0,9327 H_1	— 67,3	
24.	Mitte zwischen den beiden Rohren	4¹⁵ h.	8°	0,9225 H_1	0,0042	0,9267 H_1	— 73,3	
25.	**Zimmer 2.** S.O.-Ecke	4³⁰ h.	8°	1,1675 H_1	+ 0,0042	1,1717 H_1	+ 171,7	4)
26.	Kellergang, vor der Tür zum Maschinenraum. Maschine in Ruhe	17. Nov. 10 h.	7°	1,0865 H_1	+ 0,0048	1,0913 H_1	+ 91,3	—
27.	**Zimmer 3.** Die Stelle, an der die absolute Messung gemacht wurde	10³⁰ h.	15°	1,0150 H_1	—	1,0150 H_1	+ 15,0	
28.	**Zimmer 15.** (Mitte)	11 h.	8°	1,0805 H_1	+ 0,0042	1,0847 H_1	+ 84,7	
29.	Zimmer 15. Auf der Marmorplatte	11³⁰ h.		Die Nadel geht nicht in die Zwangslage.				5)
30.	**Zimmer 24.** Kleiner Hörsaal. Mitte des Tisches	29. Nov. 11 h.	10°	0,9575 H_1	+ 0,0030	0,9605 H_1	— 39,5	
31.	N.O.-Ende des Tisches	11²⁰ h.	10°	0,7650 H_1	+ 0,0030	0,7680 H_1	— 232,0	6)

Nr.	Ort der Beobachtung	Zeit	Temperat.	$H_n = [1 + 0{,}0050\ (\delta_n - \varepsilon_1)]\ H_1$	Temper.-Korrekt.	H_n (Reduzier.-Wert)	$H_n - H_1$ in Tausendst. v. H_1	Anmerkung.
32.	S.W.-Ende des Tisches	11^{40} h.	11^0	0,8555 H_1	+ 0,0024	0,8579 H_1	— 142,1	6)
				Der Nordpol ist sehr stark gesenkt.				
33.	Mitte des **Bibliothekzimmers 25**	29. Nov. 12 h.	13^0	1,0055 H_1	+ 0,0012	1,0067 H_1	+ 6,7	—
34.	Kleiner Tisch an dem Pfeiler zwischen den Fenstern	12^{20} h.	13^0	0,9200 H_1	+ 0,0012	0,9212 H_1	— 78,8	—
35.	**Praktikantenraum.** Mitte desselben	1. Dez. 9^{15} h.	11^0	1,0245 H_1	+ 0,0024	1,0269 H_1	+ 26,9	—
36.	Wandbrett an der südl. Wand, beim 1. Pfeiler von Osten aus	9^{30} h.	11^0	1,0950 H_1	+ 0,0024	1,0974 H_1	+ 97,4	—
37.	Wandbrett beim 2. Pfeiler	9^{50} h.	12^0	0,9901 H_1	+ 0,0018	0,9919 H_1	— 8,1	—
38.	Wandbrett beim 3. Pfeiler	10 h.		Die Nadel geht nicht in die Zwangslage.				
39.	Auf dem Tisch unter der Kuppel der gewölbten Decke	10^{10} h.	12^0	1,0490 H_1	+ 0,0018	1,0508 H_1	+ 50,8	—
40.	Mitte des Wandbrettes an der westl. Wand	10^{20} h.	13^0	0,9130 H_1	+ 0,0012	0,9142 H_1	— 85,8	—
41.	**Optisches Zimmer 17.** (Mitte)	10^{40} h.	12^0	1,0050 H_1	+ 0,0018	1,0068 H_1	+ 6,8	—
42.	**Zimmer 13**	11 h.	10^0	1,0585 H_1	+ 0,0030	1,0615 H_1	+ 61,5	—
43.	Gang im Parterre bei der gelben Röhre zwischen Zimmer 13 und 12	11^{30} h.	9^0	0,9780 H_1	+ 0,0036	0,9816 H_1	— 18,4	—
44.	**Schacht:** Keller	6. Dez. 10 h.	0^0	1,0230 H_1	+ 0,0090	1,0320 H_1	+ 32,0	—
45.	Erdgeschoß	10^{20} h.	0^0	1,0240 H_1	+ 0,0090	1,0330 H_1	+ 33,0	—
46.	Zwischen Erdgeschoß und 1. Stock	10^{40} h	0^0	1,0560 H_1	+ 0,0090	1,0650 H_1	+ 65,0	7)
47.	Zwischen 1. und 2. Stock	11 h.	0^0	1,0440 H_1	+ 0,0090	1,0530 H_1	+ 53,0	7)
48.	Zwischen 2. und 3. Stock	11^{20} h.	0^0	1,0390 H_1	+ 0,0090	1,0480 H_1	+ 48,0	—

Anmerkungen.

1. Die starken Störungen sind auf die an der äußeren Seite der Wand laufenden eisernen Röhren zurückzuführen, da die Beobachtungen unmittelbar an der Wand gemacht wurden.

2. Diese Störungen werden hervorgerufen durch das eiserne Gitter, welches das Dach im Süden und im Norden einzäunt. Die Geländer auf dem Turme dagegen sind eisenfrei.

3. Auch bei dieser Messung zeigt sich eine Störung, die vielleicht auf das eiserne Drahtnetz, das das Gerippe der Gipswand bildet, zurückzuführen ist. Die beiden Beobachtungsplätze bei der absoluten und bei der relativen Messung sind nicht ganz dieselben.

4. Auch diese Störung rührt von den schon in Anmerkung 1 erwähnten eisernen Röhren her.

5. Schuld an dieser Störung ist ein Gasrohr.

6. Die Abweichungen an den Enden des Experimentiertisches sind am Nordostende auf die eisernen Fensterbeschläge und am Südwestende auf einen großen eisernen Ofen und den Ausguß zurückzuführen.

7. Bei beiden Standorten befindet sich in einer Entfernung von $2^1/_2$ m ein eiserner Gasofen.

II. Die Untersuchungen mit dem Gebirgs-Magnetometer.

Das Verfahren mit diesem Instrument ist dem mit dem Kohlrausch-Variometer sehr ähnlich, nur verlangt es eine bedeutend längere Zeit zu einer vollständigen Beobachtung, wenn nämlich alle Vorsichtsmaßregeln zur Erhöhung der Genauigkeit getroffen werden. Eine eingehende Beschreibung des Apparates mit zwei Abbildungen findet sich im 40. Bande der Wiedemannschen Annalen auf S. 489, sodaß hier von einer Beschreibung abgesehen werden kann. Mit dem Apparat läßt sich nun die Gesamt- und die Vertikal-Intensität und die Inklination bestimmen bezw. vergleichen. Hier sollen nur einige Messungen der Gesamtintensität und der Inklination angegeben werden.

Für die Rechnung ergiebt sich als Ausdruck für die Gesamtintensität des Erdmagnetismus (s. ebenda):

$$M = C \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin \omega}$$

wobei C eine von den Dimensionen des Apparates abhängige Konstante, φ den konstanten Drehungswinkel des Magnetstabes und ω den Ablenkungswinkel der Nadel bedeutet.

Sei nun an einem anderen Orte I.:

$$M_1 = C \frac{\sin(\omega_1 - \varphi)}{\sin \omega_1},$$

so ist:

$$\frac{M_1}{M} = \frac{\sin(\omega_1 - \varphi) \cdot \sin \omega}{\sin(\omega - \varphi) \cdot \sin \omega_1} = \frac{\sin \omega}{\sin(\omega - \varphi)} \cdot \frac{\sin(\omega_1 - \varphi)}{\sin \omega_1}$$

Hierin ist der erste Faktor bei allen Messungen konstant, etwa gleich A, also

$$\frac{\sin \omega}{\sin(\omega - \varphi)} = A,$$

sodaß:

$$M_1 = A \cdot \frac{\sin(\omega_1 - \varphi)}{\sin \omega_1} M$$

ist.

Der konstante Drehungswinkel betrug $\varphi = 40{,}1^0$, und der Ablenkungswinkel am Ausgangsorte, der übrigens derselbe war wie bei den vorigen Messungen, nämlich die Marmorplatte in der Nordwestecke von Zimmer 3, betrug $\omega = 87{,}6^0$, sodaß sich für A ergab:

$$A = 1{,}3639.$$

Um wieder die Temperatureinflüsse unschädlich zu machen, wurden zwei Messungen an einem Orte hintereinander bei den beiden Temperaturen von $t_1 = 26^0$ C und $t_2 = 16^0$ C gemacht, und es ergab sich, daß bei einer Temperaturzunahme von 1^0 C der Ausschlagswinkel ω um $0{,}04^0$ wuchs.

Es konnte bei der ziemlich langen Dauer einer vollständigen Messung nicht an jedem Beobachtungstage von dem Ausgangspunkte begonnen werden, sondern es wurde nur mitten während der Beobachtungen einmal eine Kontrollmessung auf Platz 1 vorgenommen. Diese ergab keine merkliche Änderung, nachdem die Temperatur-

korrektion angebracht worden war. Fast alle Beobachtungsorte wurden so gewählt, daß sie ziemlich mit den entsprechenden der ersten Beobachtungsreihe zusammenfielen.

In der nun folgenden Zusammenstellung ist wiederum Ort, Zeit und Temperatur der Beobachtung angegeben, dann folgt das Verhältnis des mit Berücksichtigung der Temperaturkorrektion erhaltenen neuen Wertes der Gesamtintensität zum Ausgangswert und der Unterschied beider in Tausendsteln von M_1, dem Ausgangswerte, schließlich die Inklination.

Anmerkungen zu Seite 38.

1. Die Art der Beobachtung gestattete nicht, genau denselben Ort wie unter (4) in Tabelle I zu wählen. Dieser Platz liegt ungefähr zwischen Platz 3 und 4. Die starke Zunahme der Inklination war schon bei der Beobachtung mit dem Lokalvariometer aufgefallen (s. Tabelle I, No. 4).

2. Es zeigt sich, daß hier die Gesamtintensität die gleiche wie am Ausgangsorte ist, und daß die Zunahme der horizontalen auf die Abnahme der vertikalen Intensität zurückzuführen ist.

3. Dieses Zimmer ist für genauere magnetische Messungen durchaus ungeeignet. In der Nähe des Fensters sind so große Störungen vorhanden, daß eine Bussolennadel an zwei nahe aneinander gelegenen Orten schon mit bloßem Auge wahrnehmbare Richtungsänderungen erleidet.

4. Bei gleicher Inklination sind beide Größen, Gesamt- und Horizontalintensität, kleiner als auf Platz 1. Allerdings finden sich in der Nähe viele eiserne Geräte und Leitungsröhren.

5. Hier steht einem bedeutenden Zuwachs der Gesamt- und Horizontal-Intensität eine erhebliche Abnahme der Inklination gegenüber. Auch hier macht sich eben wie in der Nordostecke des Zimmers 3 der Einfluß der an der äußeren Wand verlaufenden eisernen Röhren bemerkbar.

Ergebnisse
der Vergleichsbeobachtungen der Gesamt-Intensität und der Inklination mit dem Gebirgsmagnetometer.
1902.

No.	Ort der Beobachtung	Zeit	Temperatur	M_n (Reduz. Wert)	$M_n - M_1$ in Tausendsteln von M_1	Inklination	Anmerkung.
1. (1)	Zimmer 3. Ausgangsort der ersten Beob.-Reihe	30. Okt. 9 h.	15°C.	Einheitswert	—	65,0°	—
2. (4)	Äußerste N.O.-Ecke der zweiten Marmorplatte	31. Okt. 4 h.	16°	1,0771 M	+ 77,1	69,6°	1)
3. (22)	Zimmer 36. Ungefähr dieselbe Stelle wie bei (22)	1. Nov. 10 h.	13°	0,9988 M	— 1,2	62,9°	2)
4.	Zimmer 22. 1/2 m von der Mitte des Fensterbrettes entfernt. Hoftür geschlossen	3. Nov. 9 h.	15°	0,9339 M	— 66,1	67,8°	3)
5. (7)	Großer Hörsaal. Mitte des Tisches	5. Nov. 10 h.	14°	0,9370 M	— 63,0	65,1°	4)
6.	Kellergang. (Zwischen den Plätzen 23 und 24)	10. Nov. 10 h.	8°	0,9849 M	— 15,1	64,7°	—
7. (10)	Turm. (In der Nordecke)	12. Nov. 10 h.	5°	1,0111 M	+ 11,1	64,7°	—
8. (1)	Kontrollmessung auf Platz 1	14. Nov. 10 h.	13°	1,0021 M	+ 2,1	65,0°	—
9. (25)	Zimmer 2. (In der Südostecke)	20. Nov. 9 1/2 h.	10°	1,0946 M	+ 94,6	62,3°	5)
10. (28)	Zimmer 15. (In der Mitte)	26. Nov. 10 h.	8°	1,0310 M	+ 31,0	63,4°	—
11. (30)	Zimmer 24. Kleiner Hörsaal. Mitte des Tisches	29. Nov. 10 1/2 h.	10°	0,9818 M	— 18,2	65,3°	—
12. (7)	Unterkeller. Unter der Lampe	10. Dez. 9 h.	13°	1,0113 M	+ 11,3	63,4°	—

Lebenslauf.

Ich, Kurt Burath, evangelisch, wurde geboren am 15. November 1880 zu Breslau als Sohn des Prokuristen Carl Burath und seiner am 27. Januar 1897 verstorbenen Frau Elise, geb. Freytag.

Von Michaelis 1887 an besuchte ich das Realgymnasium am Zwinger zu Breslau und erhielt am 1. März 1899 von dieser Anstalt das Zeugnis der Reife. Seitdem studierte ich mit Ausnahme des Sommersemesters 1900, in welchem ich die Kaiser-Wilhelms-Universität zu Straßburg besuchte, an hiesiger Universität Mathematik und Physik. Während dieser Zeit besuchte ich die Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren:

Abegg, Baumgartner, Ebbinghaus, Franz, Freudenthal, Hintze, London, O. E. Meyer, Neumann, Reye, Rosanes, Roth, Sturm.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern sage ich meinen verbindlichsten Dank.

Thesen.

1. Durch die Ostwaldsche Art, Hypothesen in der Physik zu vermeiden, leidet die Übersichtlichkeit der verschiedenen Erscheinungen.

2. Das Auripigment darf nicht als das dem Antimonglanz entsprechende Arsensesquisulfid angesehen werden.

3. In dem Schulunterricht ist mehr Wert auf das Kopfrechnen und das praktische Rechnen zu legen, als es jetzt in den höheren Schulen geschieht.